



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 07 648 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 28 D 9/00**  
B 32 B 3/20  
B 32 B 3/30

21 Aktenzeichen: 197 07 648.3  
22 Anmeldetag: 26. 2. 97  
43 Offenlegungstag: 27. 8. 98

DE 197 07 648 A 1

71 Anmelder:  
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE  
74 Vertreter:  
Patentanwälte Wilhelm & Dauster, 70174 Stuttgart

72 Erfinder:  
Brenner, Martin, Dipl.-Ing., 75249 Kieselbronn, DE;  
Damsohn, Herbert, Dr.-Ing., 73773 Aichwald, DE;  
Pfender, Conrad, Dr.-Ing., 74354 Besigheim, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 195 28 117 A1  
DE 195 28 116 A1

**BEST AVAILABLE COPY**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Parallelstrom-Wärmeübertrager mit Plattenstapelaufbau  
57 Die Erfindung bezieht sich auf einen Parallelstrom-Wärmeübertrager, der Kanalplatteneinheiten mit Strömungskanälen und Schachtöffnungen sowie Zwischenplatteneinheiten umfaßt, welche Schachtöffnungen aufweisen und die Strömungskanäle benachbarter Kanalplatteneinheiten voneinander getrennt halten. Die Schachtöffnungen und Strömungskanalenden überlappen unter Bildung von je zwei Gruppen von Anschlußschächten auf jeder Anschlußseite.  
Erfindungsgemäß sind auf jeder Anschlußseite für die Strömungskanäle jeder Hälfte übereinander Kanalplatteneinheiten mehrere, mit einem gemeinsamen Fluidanschluß verbindbare Anschlußschächte vorgesehen, wobei sich die Anschlußschächte für die eine Hälfte übereinander Kanalplatteneinheiten entlang jeder Anschlußseite mit denjenigen für die andere Hälfte übereinander Kanalplatteneinheiten abwechseln.  
Verwendung z. B. als kompakter, hochleistungsfähiger Wärmeübertrager zur Motorölkühlung, Batteriekühlung oder als chemischer oder biologischer Reaktor.

DE 197 07 648 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Parallelstrom-Wärmeübertrager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Wärmeübertrager mit einem Stapelaufbau aus geeigneter Weise durchbrochenen Platten sind verhältnismäßig einfach herstellbar, z. B. durch Verwendung gestanzter Platten. Parallelstrom-Wärmeübertrager ermöglichen meist höhere Wärmeübertragungsraten als Kreuzstrom-Wärmeübertrager und haben quer zur Fluidströmungsrichtung ein weitestgehend homogenes Temperaturprofil. Letzteres ist häufig von Vorteil, z. B. dann, wenn in den Strömungskämen eine chemische oder biologische Reaktion ablaufen soll.

Ein Parallelstrom-Wärmeübertrager der eingangs genannten Art ist in der Offenlegungsschrift DE 195 28 117 A1 beschrieben. Bei diesem bekannten Wärmeübertrager erstrecken sich die Strömungskanäle einer jeweiligen Kanalplatteneinheit von einer Hälfte des einen Plattenseitenbereichs zur diagonal gegenüberliegenden Hälfte des gegenüberliegenden Seitenbereichs, wozu die Strömungskanäle geeignet abgewinkelt sind, während in den anderen beiden Seitenbereich-Hälften je eine Schachthoffnung eingebracht ist. Die Zwischenplatteneinheiten weisen in jeder Hälfte der beiden gegenüberliegenden, die Anschlußseiten bildenden Seitenbereiche je eine Schachthoffnung auf. Alle Schachthoffnungen sind langlochförmig derart gestaltet, daß jeweils alle auf einer Anschlußseite liegenden Strömungskanäle einer Kanalplatteneinheit mit einer gemeinsamen Schachthoffnung angrenzender Zwischenplatteneinheiten überlappen. Indem aufeinanderfolgende, durch eine jeweilige Zwischenplatteneinheit getrennte Kanalplatteneinheiten um 180° gekippt im Stapel angeordnet sind, werden auf diese Weise insgesamt vier Anschlußschächte gebildet, von denen je zwei voneinander getrennt nebeneinander auf einer der beiden Anschlußseiten liegen. Die konstruktionsbedingten Abwinkelungen der Strömungskanalbereiche verursachen einen gewissen Druckverlust, begrenzen die Kompaktheit des Wärmeübertrageraufbaus und verursachen in diesem Bereich eine Mischung aus Parallel- und Kreuzströmung, die zu Inhomogenitäten des Temperaturprofils quer zur Hauptströmungsrichtung führen kann.

Bei einem weiteren, in dieser Offenlegungsschrift gezeigten Parallelstrom-Wärmeübertrager sind die Strömungskanäle geradlinig gestaltet, jedoch werden zwei unterschiedliche Arten von Zwischenplatten verwendet, die zwischen je zwei Kanalplatteneinheiten einzufügen sind, was die Wärmeübertragungsleistung bezogen auf das Bauvolumen oder Gewicht des Wärmeübertragers gegenüber der Verwendung nur einer Zwischenplatte verringert. Außerdem ergeben sich bei diesem Wärmeübertrager für jeden der insgesamt vier Anschlußschächte enge Durchtrittsverschnitte in Form kreisrunder Schachthoffnungen in den Platteneckbereichen, was entsprechende Druckverluste zur Folge hat.

In der Patentschrift DE 37 09 278 C2 sind Parallelstrom-Wärmeübertrager in Plattenstapelaufbauweise offenbart, bei denen keine durchbrochenen, sondern einseitig mit Strömungskanal bildenden Nuten versehene Platten übereinandergestapelt sind.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Parallelstrom-Wärmeübertragers der eingangs genannten Art zugrunde, der relativ einfach herstellbar ist, eine vergleichsweise hohe Leistungsdichte und nur minimale Druckverluste besitzt und ein quer zur Strömungsrichtung in den Strömungskämen weitestgehend homogenes Temperaturprofil aufweist.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Parallelstrom-Wärmeübertragers mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei diesem Wärmeübertrager sind

jedem der vier Fluidanschlüsse mehrere Anschlußschächte zugeordnet, wobei sich die Anschlußschächte für die eine Hälfte übermächtiger Kanalplatten, d. h. für das eine der zwei durch den Wärmeübertrager hindurchzuführenden Fluide, entlang der jeweiligen Anschlußseite mit denjenigen für die andere Hälfte übermächtiger Kanalplatten und damit für das andere der beiden Fluide abwechseln. Unter Anschlußseiten sind dabei die beiden Bereiche aller Platten des Stapels gemeint, in denen sich die Enden der Strömungskanäle befinden. Durch diese Anordnung mit zwei Gruppen alternierender, mit je einem Fluidanschluß verbindbarer Anschlußschächte auf jeder Anschlußseite, läßt sich eine kompakte Bauform für den Wärmeübertrager bei gleichzeitig hoher Leistungsdichte, geringem Gewicht, geringem Druckverlust und homogener Temperaturverteilung quer zur Fluidströmungsrichtung im Stapel realisieren. Die Plattenfläche läßt sich gleichmäßig unter Vermeidung größerer Totzonen mit Strömungskämen belegen, und stärkere Abwinkelungen im Strömungskanalverlauf sind nicht erforderlich, denn die Strömungskanäle einer jeweiligen Kanalplatteneinheit brauchen nicht sämtlich einem gemeinsamen Anschlußschacht zugeführt werden. Vielmehr steht einem oder einigen wenigen benachbarten Strömungskämen, die entlang einer jeweiligen Anschlußseite aufeinanderfolgen, jeweils ein eigener Anschlußschacht zur Verfügung. Die verwendeten Kanalplatteneinheiten und Zwischenplatteneinheiten können je nach Anwendungsfall jeweils aus einer einzelnen oder aus mehreren zusammengefaßt aufeinandergelegten, durchbrochenen Platten bestehen.

Bei einem nach Anspruch 2 weitergebildeten Wärmeübertrager liegen bei jeder Kanalplatteneinheit entlang ihrer jeweiligen Anschlußseite je zwei Strömungskämen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schachthoffnungen, wobei die beiden Enden zu einem gemeinsamen Anschlußschacht gehören, der zwischen den beiden Anschlußschächten liegt, zu denen die beiden Schachthoffnungen gehören.

Bei einem nach Anspruch 3 weitergebildeten Wärmeübertrager sind durch entsprechende Verjüngung der Strömungskanalbereiche Zwischenräume gebildet, in welche die Schachthoffnungen der Kanalplatteneinheiten eingebracht sind. Da die Schachthoffnungen auf diese Weise vollständig zwischen den Strömungskämen angeordnet sein können, ohne über diese vorzustehen, läßt sich der Wärmeübertrager besonders kompakt bauen.

Bei einem nach Anspruch 4 weitergebildeten Wärmeübertrager münden wenigstens zwei der vier Gruppen von Anschlußschächten in Richtung Stapelhochachse über eine jeweilige Deckplatteneinheit aus dem Stapel aus, die hierfür mit passenden Schachthoffnungen versehen ist.

In einer ersten, weiteren Ausgestaltung dieses Wärmeübertragers ist gemäß Anspruch 5 auf wenigstens einer Deckplatteneinheit eine Axialanschlußplatte angeordnet, welche die auf einer jeweiligen Anschlußseite liegenden, zur dort ausmündenden Gruppe von Anschlußschächten gehörigen Stapelöffnungen der Deckplatteneinheit mittels einer zugehörigen Anschlußöffnung miteinander verbindet und dadurch den zugehörigen gemeinsamen Fluidanschluß bereitstellt. Diese Variante ermöglicht eine Zu- und Abführung des zugehörigen Fluids in axialer Richtung, d. h. in Richtung der Stapelhochachse, über die Anschlußöffnung.

In einer zweiten, weiteren Ausgestaltung ist gemäß Anspruch 6 auf wenigstens einer Deckplatteneinheit entlang einer jeweiligen Anschlußseite ein zugehöriges Queranschlußrohr angeordnet, in das eine der beiden dortigen Gruppen von Anschlußschächten einmündet und das daher als gemeinsamer Fluidanschluß für die betreffende Anschlußschachtgruppe fungiert. Diese Variante ermöglicht eine Zu- und Abführung des zugehörigen Fluids an der be-

treffenden Stapelstirnseite quer zur Stapelhochachse.

Bei einem nach Anspruch 7 weitergebildeten Wärmeübertrager sind wenigstens zwei in Fluidverbindung stehende Gruppen von Anschlußschächten, d. h. die zu einem der beiden durch den Wärmeübertrager geführten Fluide gehörenden beiden Anschlußschachtgruppen, zu zwei sich gegenüberliegenden, parallel zur Stapelhochachse liegenden Stapelseiten hin nach außen offen, was durch entsprechend nach außen offene Gestaltung der betreffenden Schachttöffnungen erreicht wird. Die beiden Anschlußschachtgruppen sind mit seitlich am Stapel gegenüberliegend angeordneten, geeignet geformten Anschlußrohren als jeweiligem gemeinsamem Fluidanschluß zur Zu- bzw. Abführung des zugehörigen Fluides verbunden.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 Eine Draufsicht auf eine erste Kanalplatte für den Plattenstapelaufbau eines Parallelstrom-Wärmeübertragers mit vier axial ausmündenden Anschlußschachtgruppen,

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine zweite Kanalplatte, die für denselben Wärmeübertrager wie die Kanalplatte von Fig. 1 verwendet wird,

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Zwischenplatte, die jeweils zwischen der ersten Kanalplatte von Fig. 1 und der zweiten Kanalplatte von Fig. 2 im Wärmeübertrager-Plattenstapel angeordnet ist,

Fig. 4 eine Draufsicht auf eine obere Deckplatte für den aus den Platten der Fig. 1 bis 3 aufgebauten Plattenstapel,

Fig. 5 eine Draufsicht auf eine untere Deckplatte für den aus den Platten der Fig. 1 bis 3 aufgebauten Plattenstapel,

Fig. 6 eine Draufsicht auf eine obere Anschlußplatte für den aus den Platten der Fig. 1 bis 3 aufgebauten Plattenstapel,

Fig. 7 eine Draufsicht auf eine untere Anschlußplatte für den aus den Platten der Fig. 1 bis 3 aufgebauten Plattenstapel,

Fig. 8 eine Seitenansicht des mit den Platten der Fig. 1 bis 5 aufgebauten Wärmeübertragers mit Querananschlußrohren,

Fig. 9 eine Draufsicht auf den Wärmeübertrager von Fig. 8,

Fig. 10 eine Draufsicht auf eine erste Kanalplatte für den Plattenstapelaufbau eines Parallelstrom-Wärmeübertragers mit zwei Gruppen axial und zwei Gruppen seitlich ausmündender Anschlußschächte,

Fig. 11 eine Draufsicht auf eine zweite Kanalplatte, die im selben Plattenstapel wie die erste Kanalplatte von Fig. 10 verwendet wird,

Fig. 12 eine Draufsicht auf eine Zwischenplatte, die jeweils zwischen einer ersten Kanalplatte gemäß Fig. 10 und einer zweiten Kanalplatte gemäß Fig. 11 im Plattenstapel angeordnet ist,

Fig. 13 eine Draufsicht auf eine untere Deckplatte für den aus den Platten der Fig. 10 bis 12 aufgebauten Plattenstapel,

Fig. 14 eine Draufsicht auf eine obere Deckplatte für den aus den Platten der Fig. 10 bis 12 aufgebauten Plattenstapel,

Fig. 15 eine Draufsicht auf eine obere Anschlußplatte für den aus den Platten der Fig. 10 bis 14 aufgebauten Plattenstapel,

Fig. 16 eine Draufsicht auf eine untere Anschlußplatte für den aus den Platten der Fig. 10 bis 14 aufgebauten Plattenstapel,

Fig. 17 eine Draufsicht auf den aus den Platten der Fig. 10 bis 16 aufgebauten Wärmeübertrager mit zwei Querananschlußrohren und zwei seitlichen, haubenförmigen Anschlußrohren und

Fig. 18 eine Seitenansicht des Wärmeübertragers von Fig. 17 bei abgenommenen haubenförmigem Anschlußrohr.

Fig. 1 zeigt eine für einen Parallelstrom-Wärmeübertrager in Plattenstapelaufbauweise verwendete Kanalplatteneinheit in Form eines mit Durchbrüchen versehenen, rechteckigen Kanallechs 1. Die Durchbrüche beinhalten vier parallel zueinander angeordnete Strömungskanäle 2a bis 2d, die sich zwischen den beiden Querseitenbereichen erstrecken, welche als Anschlußseiten 3a, 3b des Stapels fungieren. In diesen Anschlußseiten 3a, 3b sind als weitere Plattendurchbrüche jeweils eine Mehrzahl von Schachttöffnungen 4a, 4b, 5a, 5b, 5c eingebracht. Innerhalb des Plattenrahmens verbleibt zwischen den Durchbrüchen eine Struktur aus Stegen 6, die zum einen als abdichtende Trennelemente zwischen benachbarten Strömungskanälen und vor allem zwischen den Strömungskanälen 2a bis 2d und den Schachttöffnungen 4a bis 5c sowie als Stabilisierungselemente dienen, indem sie zwischen den Strömungskanälen 2a bis 2d durchgehende Wandungen im fertigen Plattenstapel bilden.

Die parallel zu den Plattenlängsseiten verlaufenden Strömungskanäle 2a bis 2d sind zu ihren Enden 7a, 7b hin auf sich diagonal gegenüberliegenden Seiten einschüßig verjüngt, so daß sie entlang der Anschlußseiten Zwischenräume belassen, in denen sich die Schachttöffnungen 4a bis 5c befinden, die auf diese Weise entlang der Anschlußseiten 3a, 3b neben den Strömungskanälen 7a, 7b liegen und mit diesen nach außen hin bündig abschließen. Die Verjüngungen in den Strömungskanalenbereichen 7a, 7b sind auf den beiden Anschlußseiten 3a, 3b so gewählt, daß die Schachttöffnungen 4a, 4b auf der einen Anschlußseite 3a gegenüber den Schachttöffnungen 5a bis 5c auf der anderen Anschlußseite 3b um eine Strömungskanalbreite versetzt sind. In den Zwischenräumen zwischen je zwei Schachttöffnungen erstreckt sich je ein Paar nebeneinanderliegender Strömungskanälen hinein. Bedingt durch diese Plattengestaltung sind die beiden äußeren Schachttöffnungen 5a, 5c, die nur noch einer Strömungskanalverjüngung benachbart sind, nur noch halb so groß wie die übrigen Schachttöffnungen, 4a, 4b, 5b, die sich jeweils in dem von zwei einander zugewandten Strömungskanalverjüngungen gebildeten Zwischenraum befinden.

Im Plattenstapel des Wärmeübertragers ist eine erste Hälfte übermächster, erster Kanalplatteneinheiten, die sich mit der anderen Hälfte übermächster, zweiter Kanalplatteneinheiten abwechseln, von dem in Fig. 1 gezeigten Kanallechtyp gebildet, wobei jede Hälfte aus unter sich gleich gestalteten und positionierten Kanalplatteneinheiten besteht. Als zweite Kanalplatteneinheit ist das in Fig. 2 gezeigte Kanallech 8 verwendbar, das identisch zum Kanallech 1 von Fig. 1 aufgebaut ist, wobei jedoch die zweiten Kanalplatten 8 gegenüber den ersten Kanalplatten 1 um 180° um die Plattenhochachse verdreht im Stapel angeordnet sind. Zur Verdeutlichung sind in Fig. 2 dieselben Bezugszeichen für die einzelnen Elemente der Kanalplatte 8 wie in Fig. 1 verwendet, wobei die Kanalplatten 1, 8 in ihrer korrespondierenden Lage im Plattenstapel gezeigt sind und die Lage der Anschlußseiten 3a, 3b daher unverändert ist.

Zwischen jeweils einem ersten Kanallech 1 und einem zweiten Kanallech 8 ist im Stapel eine Zwischenplatteneinheit in Form eines Zwischenblechs 9 eingefügt, wie es in Fig. 3 dargestellt ist. In das Zwischenblech 9 sind entlang jeder Anschlußseite 3a, 3b eine Reihe von Schachttöffnungen 10, 11 eingebracht, die in Form und Lage einer Zusammenfassung aller Schachttöffnungen des ersten Kanallechs 1 und des zweiten Kanallechs 8 entsprechen. Dies bedeutet, daß jede Schachttöffnung 10, 11 des Zwischenblechs 9 auf einer Seite mit einer Schachttöffnung des ersten bzw. zweiten Kanallechs 1, 8 fluchtend überlappt und auf der anderen Seite mit einem dort befindlichen Paar nebeneinanderliegender Strömungskanälen bzw. im Fall der äußersten,

nur noch halb so großen Schachtöffnungen mit einem dortigen Strömungskanalende des zweiten bzw. ersten Kanalblechs 8, 1 überlappt. Da die Schachtöffnungen 4a bis 5c in den ersten Kanalblechen 1 um eine Strömungskanalbreite gegenüber denjenigen in den zweiten Kanalblechen 8 versetzt angeordnet sind, entstehen durch diese Überlappungen von Schachtöffnungen 4a bis 5c, 10, 11 und Strömungskanalenden 7a, 7b auf jeder Anschlußseite 3a, 3b eine Reihe aufeinanderfolgender, voneinander getrennter Anschlußschächte, wobei jeweils übernächste Anschlußschächte einer Anschlußseite und die um eine Strömungskanalbreite versetzten, übernächsten Anschlußschächte auf der anderen Anschlußseite mit den Strömungskanälen der ersten bzw. der zweiten Kanalbleche 1, 8 in Fluidverbindung stehen. In ihrem Mittelnbereich 12 zwischen den Anschlußbereichen 3a, 3b sind die Zwischenbleche 9 ohne Durchbrüche und damit geschlossen gestaltet, so daß diese Mittelnbereiche 12 als Trennwände zwischen den Strömungskanälen der ersten Kanalbleche 1 und den jeweils benachbarten Strömungskanälen der zweiten Kanalbleche 8 fungieren. Da über diese Trennwände die hauptsächlich Wärmeübertragung erfolgt, wird für die Zwischenplatteneinheiten stets ein hoch wärmeleitfähiges Material verwendet, während dies für die Kanalplatteneinheiten nicht zwingend erforderlich ist.

Je nachdem, wie die vier Gruppen Anschlußschächten, von denen je eine Gruppe auf einer zugehörigen Anschlußseite 3a, 3b liegt und mit den Strömungskanalenden der zugehörigen ersten bzw. zweiten Kanalbleche 1, 8 in Verbindung steht, an äußere Fluidzuführungen bzw. -abführungen angeschlossen werden, kann der Plattenstapel-Wärmeübertrager im Gleichstrom oder im Gegenstrom betrieben werden. Für den Plattenstapel kann die Aufeinanderfolge von erstem Kanalblech 1, Zwischenblech 9, zweitem Kanalblech 8, Zwischenblech 9, erstem Kanalblech 1 usw. in gewünschter Anzahl ein- oder mehrmals wiederholt werden. Wenn der dadurch gebildete Plattenstapel auf beiden Stirnseiten mit je einer Deckplatte 13, 14 abgeschlossen wird, wie sie in den Fig. 4 und 5 gezeigt sind, entsteht ein Gegenstrom-Wärmeübertrager mit stirnseitig ausmündenden Anschlußschächten, bei denen das jeweilige Fluid auf der einen Stapelstirnseite entlang der einen Anschlußseite zugeführt und auf der anderen Stapelstirnseite auf der gegenüberliegenden Anschlußseite abgeführt wird. Hierzu sind in einen, z. B. oberen, Deckblech 13 auf jeder Anschlußseite 3a, 3b, wie in Fig. 4 gezeigt, eine Reihe von Schachtöffnungen 15, 16 eingebracht, die mit einer jeweiligen Gruppe von Anschlußschächten auf der betreffenden Anschlußseite 3a, 3b fluchten, von denen die eine Gruppe mit den im Stapel übernächsten Strömungskanälen für das eine Fluid und die andere Gruppe mit den übernächsten Strömungskanälen für das andere Fluid in Verbindung stehen. Dazu korrespondierend sind in dem anderen, z. B. unteren, Deckblech 14 auf jeder Anschlußseite 3a, 3b Schachtöffnungen 17, 18 eingebracht, die mit der jeweils anderen Gruppe übernächster Anschlußschächte des Stapels fluchten.

Im übrigen sind in den beiden Deckblechen 13, 14 keine weiteren Durchbrüche vorgesehen, so daß die Deckbleche 13, 14 insbesondere die jeweils mit den Schachtöffnungen des anderen Deckblechs korrespondierenden Anschlußschächte auf je einer Stapelstirnseite nach außen abdecken. Durch diese Gestaltung der Deckbleche, 13, 14 wird das jeweilige Fluid über die Schachtöffnungen auf einer Anschlußseite des einen Deckblechs in die zugehörigen Anschlußschächte eingeleitet, strömt von dort über die zugehörigen übernächsten Strömungskanäle unter Bewirkung der gewünschten Wärmeübertragung zu den korrespondierenden gegenüberliegenden Anschlußschächten und von dort über die auf dieser Anschlußseite liegenden Schachtöffnun-

gen des anderen Deckblechs aus dem Stapel heraus.

Die Fig. 6 und 7 bzw. 8 und 9 zeigen zwei Varianten der Zu- und Abführung der beiden Fluide. Bei der einen Variante sind eine auf das Deckblech von Fig. 4 aufgelegte, z. B. obere, Anschlußplatte 19, wie Fig. 6 gezeigt, und eine auf das Deckblech von Fig. 5 aufgelegte, z. B. untere, Anschlußplatte 20, wie in Fig. 7 gezeigt, vorgesehen. Jede der beiden Anschlußplatten 19, 20 weist auf jeder Anschlußseite 3a, 3b eine durchgehende Anschlußöffnung 21 bis 24 auf, deren Ausdehnung so groß gewählt ist, daß alle Schachtöffnungen 15 bis 18 auf der betreffenden Anschlußseite des angrenzenden Deckblechs 13, 14 und damit die ganze entsprechende Gruppe von Anschlußschächten des Stapels einmünden, so daß jede Anschlußöffnung 21 bis 24 als gemeinsamer Fluidanschluß für die jeweilige Anschlußschachtgruppe fungiert. Die Anschlußöffnungen 21 bis 24 sind auf ihrer den Deckblechen 13, 14 abgewandten Seite so gestaltet, daß sie zu einem zugehörigen Anschlußelement passen. Speziell laufen die Anschlußöffnungen 21 bis 24 im Beispiel der Fig. 6 und 7 von einem an die Deckbleche angrenzenden, weitgehend rechteckförmigen Querschnitt stetig in einen kreisförmigen Querschnitt 25 bis 28 zu, der sich als Anschluß für kreisförmige Röhre eignet, die in Stapelrichtung verlaufend angeschlossen werden.

Bei der zweiten, in den Fig. 8 und 9 gezeigten Variante wird für jede der vier Anschlußschachtgruppen jeweils ein Queranschlußrohr 29 bis 32 verwendet, von denen jedes mit seinem anschlusseitigen, stirnseitig geschlossenen Endbereich quer zur Stapelhochachse 33 entlang einer jeweiligen Anschlußseite 3a, 3b verlaufend auf das entsprechende Deckblech an der jeweiligen Stirnseite des Plattenstapels 34 aufgesetzt ist. Dazu sind die Queranschlußrohre 29 bis 32 in diesem Endbereich seitlich in axialer Richtung schräg geschnitten und mit der Schnittfläche flüddicht durch Löten, Schweißen oder dgl. mit dem jeweiligen Deckblech verbunden, wobei alle Deckblech-Schachtöffnungen auf der betreffenden Anschlußseite 3a, 3b in diesen Rohrendbereich münden, der somit als Verteiler- bzw. Sammelkasten für die entsprechenden Anschlußschächte dient.

Durch den schrägen axialen Rohranschnitt und/oder durch einen sich von geschlossenen Stirnende hin verjüngenden Rohrwandungsverlauf wird eine Querschnittsanpassung der Queranschlußrohre 29 bis 32 an den durchzuführenden Volumenstrom erreicht, d. h. der Querschnitt jedes Queranschlußrohres 29 bis 32 verkleinert sich zum Stirnendbereich entsprechend der abnehmenden Anzahl korrespondierender Anschlußschächte. Es ergeben sich dadurch günstige Fluidströmungseigenschaften nicht nur in den geradlinig gestalteten Strömungskanälen selbst, sondern auch in den Anschlußbereichen, d. h. den Anschlußschächten und den Queranschlußrohren, die vergleichsweise geringe Druckverluste verursachen. Die Variante mit den Queranschlußrohren 29 bis 32 eignet sich besonders auch für den Einsatz in Fällen, in denen nur wenig Einbauraum in Richtung der Stapelhochachse 33 vorhanden und daher ein Rohranschluß in dieser Richtung erschwert ist.

Die Fig. 10 bis 18 veranschaulichen den Aufbau eines weiteren Parallelstrom-Wärmeübertragers in Plattenstapelbauweise, bei dem das eine Fluid über die beiden gegenüberliegenden Stapelstirnseiten zu- und abgeführt wird, während das andere Fluid an zwei gegenüberliegenden Stapelquerseiten zu- und abgeführt wird. Als erste Kanalplatteneinheiten werden bei diesem Wärmeübertrager wiederum die ersten Kanalbleche 1 gemäß Fig. 1 in der dort gezeigten Lage verwendet, was durch die Wiedergabe einer solchen ersten Kanalplatte 1 in Fig. 10 verdeutlicht ist, wo dementsprechend identische Bezugszeichen wie in Fig. 1 verwendet sind, so daß zu deren Beschreibung auf das zu

Fig. 1 Gesagte verwiesen werden kann.

Als zweite Kanalplatteneinheiten werden Kanalbleche 40 verwendet, von denen eines in Fig. 11 gezeigt ist. Dieses zweite Kanalblech 40 entspricht im wesentlichen dem zweiten Kanalblech von Fig. 2, insbesondere hinsichtlich der Gestaltung der Strömungskanäle 2a bis 2d, so daß insoweit gleiche Bezugszeichen verwendet sind und auf die Beschreibung zu Fig. 2 verwiesen werden kann. Als wesentliche Modifikation sind bei diesem Typ von Kanalblech 40 Schachtöffnungen 41a, 41b, 42a, 42b, 42c entlang den beiden Anschlußseiten 3a, 3b eingebracht, die in Form und Lage von denjenigen des Kanalblechs von Fig. 2 insoweit abweichen, als sie unter Durchbrechung des Plattenrahmens des Kanalblechs von Fig. 2 auf der betreffenden Querseite nach außen offen sind, um einen querseitigen Fluidzugang für die zugehörigen Anschlußschächte im fertigen Plattenstapel bereitzustellen.

Fig. 12 zeigt eine für diesen Wärmeübertrager verwendete Zwischenplatteneinheit in Form eines Zwischenblechs 43, das dem Zwischenblech von Fig. 3 mit der Ausnahme entspricht, daß diejenigen Schachtöffnungen 44, 45, die mit den quer nach außen offen gestalteten Schachtöffnungen 41a bis 42c des zweiten Kanalblechs 40 im Plattenstapel überlappen, ebenfalls quer nach außen offen gestaltet sind. Die zwei anderen Gruppen übernächster Schachtöffnungen 46, 47 auf der jeweiligen Anschlußseite 3a, 3b sind hingegen identisch zu den positionsgleichen Schachtöffnungen des Zwischenblechs von Fig. 3.

Die Fig. 13 und 14 zeigen zwei für diesen Wärmeübertrager verwendbare Deckbleche 48, 49. Das in Fig. 13 gezeigte, z. B. untere, Deckblech 48 beinhaltet auf einer Anschlußseite 3a Schachtöffnungen 50, die identisch zu den geschlossen gestalteten Schachtöffnungen 46 des Zwischenblechs 43 auf der gleichen Anschlußseite 3a sind, während das Deckblech ansonsten keine weiteren Durchbrüche aufweist. Das andere, z. B. obere, Deckblech 49 weist, wie in Fig. 14 dargestellt, Schachtöffnungen 51 auf der anderen Anschlußseite 3b auf, die mit den geschlossen gestalteten Schachtöffnungen 47 des Zwischenblechs 43 auf der betreffenden Anschlußseite 3b korrespondieren. Auch dieses Deckblech 49 besitzt ansonsten keine weiteren Durchbrüche.

Der Plattenstapel dieses Wärmeübertragers wird wiederum durch eine vorgebbare Anzahl von Wiederholungen der Stapel folge aus einem ersten Kanalblech 1, einem Zwischenblech 43, einem zweiten Kanalblech 40 und einem Zwischenblech 43 aufgebaut, und durch die beiden Deckbleche 48, 49 stirnseitig abgeschlossen. Der so gebildete Plattenstapel entspricht demjenigen des Beispiels der Fig. 1 bis 9 mit der Ausnahme, daß die zur Führung eines der beiden Fluids dienenden beiden Anschlußschachtgruppen nicht wie die anderen beiden Anschlußschachtgruppen für das andere Fluid über die Deckbleche 48, 49 an den Stapelstirnseiten ausmünden, sondern über ihre zugehörige Schachtöffnungen 41a, 41b, 42a, 42b, 42c, 44, 45 zu den jeweiligen Stapelquerseiten hin offen sind, während sie stapelstirnseitig durch die Deckbleche 48, 49 abgedeckt werden. Für die beiden Fluidanschlüsse zur Zu- und Abführung des einen Fluids über die Plattenstirnseiten sind wieder die beiden zu den Fig. 1 bis 9 oben erläuterten Varianten realisierbar. Die Fig. 15 und 16 veranschaulichen die Variante, bei denen eine jeweilige Abdeckplatte 52, 53 auf den Deckblechen 48, 49 angebracht ist. Fig. 15 zeigt die zum Anbringen auf dem Deckblech 49 von Fig. 14 geeignete Abdeckplatte 52, die auf der entsprechenden Anschlußseite 3b eine Anschlußöffnung 54 aufweist, die mit der seitengleichen Anschlußöffnung 22 der Abdeckplatte 19 von Fig. 6 identisch ist und einen gemeinsamen Fluidanschluß für die in sie mündenden

Schachtöffnungen 51 des Deckblechs 49 bildet. Analog zeigt Fig. 16 die zum Deckblech 48 von Fig. 13 gehörige Abdeckplatte 53, die auf der anderen Anschlußseite 3a mit einer Anschlußöffnung 55 versehen ist, die wiederum mit der seitengleichen Anschlußöffnung der Abdeckplatte 20 von Fig. 7 identisch ist und einen gemeinsamen Fluidanschluß für die auf dieser Anschlußseite 3a liegenden Schachtöffnungen 50 des angrenzenden Deckblechs 48 bildet.

Die Fig. 17 und 18 zeigen den gesamten Plattenstapelaufbau des Wärmeübertragers mit der zweiten Anschlußvariante für die plattenstirnseitig ausmündenden Anschlußschächte, nämlich dem Anbringen von Queranschlußbrohren 56, 57 auf den Deckblechen 48, 49 entlang jeweils einer Anschlußseite 3a, 3b derart, daß die Schachtöffnungen des betreffenden Deckblechs 48, 49 in das in seinem Anschlußbereich axial aufgeschnittene Rohr 56, 57 münden, wie dies oben zu den Fig. 8 und 9 detailliert erläutert ist, worauf hier verwiesen werden kann. Während somit das eine Fluid über das eine Queranschlußrohr auf einer Stapelstirnseite zugeführt wird und nach Durchströmung der dort mündenden Anschlußschächte und der mit diesen in Verbindung stehenden Strömungskanäle über die zugehörigen gegenüberliegenden Anschlußschächte auf der anderen Stapelstirnseite wieder den Plattenstapel verläßt, wird das andere Fluid über zwei auf gegenüberliegenden Stapelquerseiten senkrecht zur Stapelhochachse und zur Längsrichtung der Queranschlußrohre 56, 57 verlaufende Seitenanschlußrohre 59, 60 zu- und abgeführt. Diese beiden Seitenanschlußrohre 59, 60 weiten sich an ihrem Anschlußende haubenförmig zu einem rechteckigen Querschnitt auf, mit dem sie fluchtend und fluiddicht an der betreffenden Stapelquerseite fixiert sind. Jedes Seitenanschlußrohr 59, 60 bildet auf diese Weise mit seiner haubenförmigen endseitigen Aufweitung einen gemeinsamen Fluidanschluß für die darin mündenden, quer nach außen offenen Schachtöffnungen auf der betreffenden Anschlußseite 3a, 3b. Der zugehörige Fluidstrom wird über das eine Seitenanschlußrohr seitlich in die zugehörigen Anschlußschächte der angrenzenden Stapelanschlußseite eingespeist, durchquert von dort die zugehörige Hälfte übernächster Strömungskanäle und wird über die zugehörigen Anschlußschächte auf der anderen Anschlußseite quer nach außen über das gegenüberliegende Seitenanschlußrohr abgeführt.

Aus der in Fig. 18 dargestellten Seitenansicht des aufgebauten Plattenstapels 58 von einer Queranschlußseite her bei abgenommenen Seitenanschlußrohr 60 ist die Aufeinanderfolge der unterschiedlichen Platten im Stapel zu erkennen, wobei zur Verdeutlichung Platten desselben Typs jeweils mit dem gleichen Bezugszeichen belegt sind. Die dunklen Bereiche repräsentieren die zu der dargestellten Stapelquerseite hin offenen Stapelbereiche, wie sie durch die sich überlappenden, zu dieser Seite hin offenen Schachtöffnungen der zweiten Kanalbleche 40 und der Zwischenbleche 43 gebildet sind.

Es versteht sich, daß neben den gezeigten Ausführungsbeispielen zahlreiche demgegenüber modifizierte, erfindungsgemäße Parallelstrom-Wärmeübertrager in Plattenstapelbauweise realisierbar sind. So kann insbesondere die Anzahl von Strömungskanälen pro Kanalplatteneinheit und/oder die Anzahl und Positionierung der Schachtöffnungen in den einzelnen Platteneinheiten sowie die Anzahl von im Stapel verwendeten Platteneinheiten in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsfall passend gewählt werden. Bei Bedarf können anstelle der gezeigten zwei auch nur ein oder mehr als zwei Strömungskanälen in je einen Anschlußschacht münden. Charakteristisch ist für den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager, daß auf jedem der beiden, nicht

zwingend gegenüberliegend angeordneten, sondern allein durch die Lage der Strömungskanalenden definierten Anschlußbereiche mehrere Anschlußschächte für jedes der beiden im Stapel in Wärmekontakt stehenden Fluide in abwechselnder Folge vorgesehen sind. Es zeigt sich, daß durch den erfindungsgemäßen Plattenstapelaufbau ein im Gleichstrom oder Gegenstrom betreibbarer Wärmeübertrager mit hoher Leistungsdichte, kompakter Bauform, geringem Gewicht, geringem Druckverlust und homogener Temperaturverteilung realisiert wird. Der Wärmeübertrager ist bei Bedarf ohne weiteres in Mikro-Bauweise realisierbar und kann u. a. als chemischer oder biologischer Reaktor, als Hochleistungs-Ölkühler, z. B. für Rennwagen, und als Kühlelement für Hochtemperaturbatterien von Elektrofahrzeugen eingesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Parallelstrom-Wärmeübertrager mit einem Stapelaufbau aus durchbrochenen Platten, mit
  - Kanalplatteneinheiten (1, 8) mit nebeneinanderliegenden, sich zwischen zwei Anschlußseiten (3a, 3b) erstreckenden Strömungskanälen (2a bis 2d) sowie mit davon getrennt entlang der Anschlußseiten angeordneten Schachtöffnungen (4a, 4b, 5a, 5b, 5c) und
  - Zwischenplatteneinheiten (9), die Schachtöffnungen (10, 11) entlang der Anschlußseiten (3a, 3b) aufweisen und zwischen je zwei Kanalplatteneinheiten (1, 8) angeordnet sind, wobei
  - die Strömungskanäle (2a bis 2d) benachbarter Kanalplatteneinheiten (1, 8) durch eine jeweilige Zwischenplatteneinheit (9) voneinander getrennt sind und sich die Schachtöffnungen (4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 10, 11) und Strömungskanalenden (7a, 7b) zur Bildung von je zwei Gruppen von Anschlußschächten auf jeder Anschlußseite (3a, 3b) derart überlappen, daß auf jeder Anschlußseite (3a, 3b) die Strömungskanalenden (7a, 7b) der einen Hälfte übernächster Kanalplatteneinheiten (1) getrennt von den seitengleichen Strömungskanalenden (7a, 7b) der anderen Hälfte übernächster Kanalplatteneinheiten (8) über die Anschlußschächte mit je einem zugehörigen Fluidanschluß (21, 22, 23, 24) verbindbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß
  - für die Strömungskanäle (2a bis 2d) jeder der beiden Hälften übernächster Kanalplatteneinheiten (1, 8) mehrere Anschlußschächte auf jeder Anschlußseite (3a, 3b) gebildet sind, wobei sich die Anschlußschächte für die eine Hälfte übernächster Kanalplatteneinheiten (1) entlang jeder Anschlußseite (3a, 3b) mit denjenigen für die andere Hälfte übernächster Kanalplatteneinheiten (8) abwechseln.
2. Parallelstrom-Wärmeübertrager nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß entlang jeder beiden Anschlußseiten (3a, 3b) der Kanalplatteneinheiten (1, 8) zwischen je zwei Schachtöffnungen (4a, 4b, 5a, 5b, 5c) ein Paar benachbarter Strömungskanalenden angeordnet ist, die in denselben Anschlußschacht münden.
3. Parallelstrom-Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskanäle (2a bis 2d) in ihren Endbereichen (7a, 7b) zur Bildung von Zwischenräumen verjüngt sind, in welche die Schachtöffnungen (4a, 4b, 5a, 5b, 5c) der Kanalplatteneinheiten (1, 8) eingebracht sind.

4. Parallelstrom-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Gruppen von Anschlußschächten senkrecht zur Stapelhochachse (33) verlaufen und in dazu senkrechter Richtung geschlossen sind und stapelstirnseitig über Schachtöffnungen (15 bis 18) einer jeweiligen Deckplatteneinheit (13, 14) ausmünden.
5. Parallelstrom-Wärmeübertrager nach Anspruch 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß auf wenigstens einer Deckplatteneinheit (13, 14) eine Anschlußplatte (19, 20) angeordnet ist, die zwei getrennte Anschlußöffnungen (21, 22, 23, 24) aufweist, in welche jeweils alle Anschlußschächte einer Anschlußseite münden, die mit den Strömungskanälen einer jeweiligen Hälfte übernächster Kanalplatteneinheiten in Verbindung stehen.
6. Parallelstrom-Wärmeübertrager nach Anspruch 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß auf wenigstens einer Deckplatteneinheit (13, 14) entlang einer jeweiligen Anschlußseite (3a, 3b) ein zugehöriges Querschlußrohr (29 bis 32) angeordnet ist, in das alle Anschlußschächte dieser Anschlußseite münden, die mit den Strömungskanälen einer jeweiligen Hälfte übernächster Kanalplatteneinheiten in Verbindung stehen.
7. Parallelstrom-Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Gruppen von über die Strömungskanäle einer Hälfte übernächster Kanalplatteneinheiten (40) in Fluidverbindung stehenden Anschlußschächten quer zur Stapelhochachse über nach außen offene Schachtöffnungen (41a, 41b, 42a, 42b, 42c) in zugehörige, seitlich am Stapel (58) angeordnete Seitenanschlußrohre (59, 60) münden.

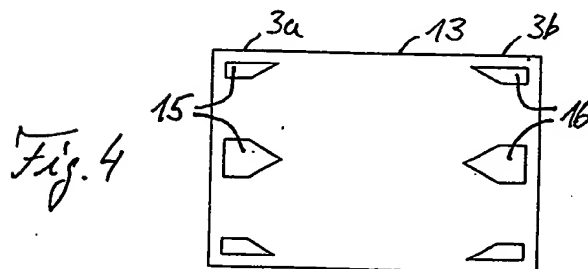
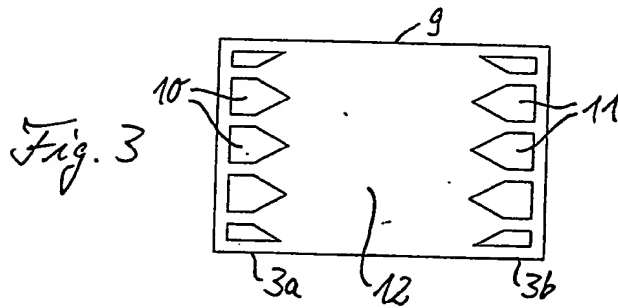
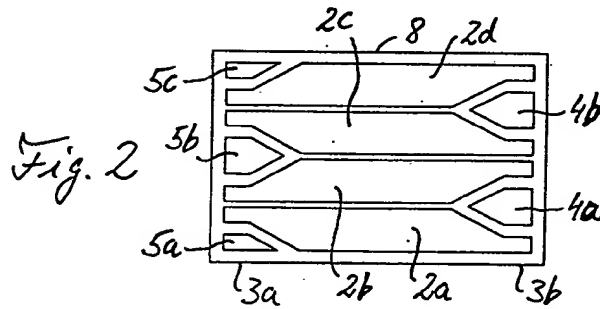
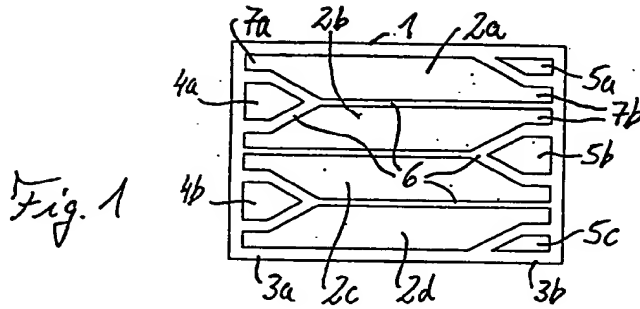
---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**BEST AVAILABLE COPY**





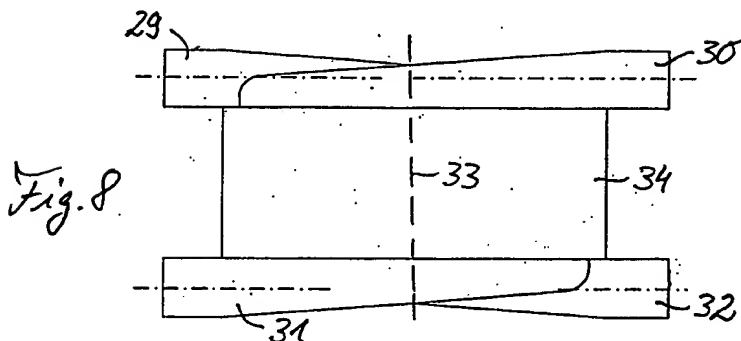
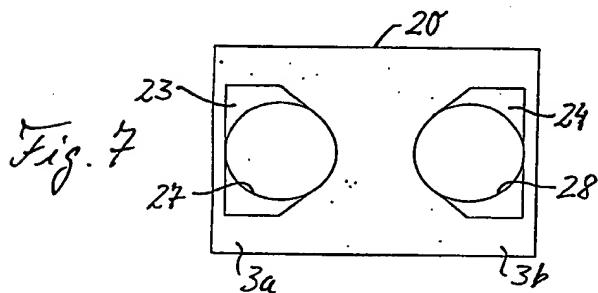
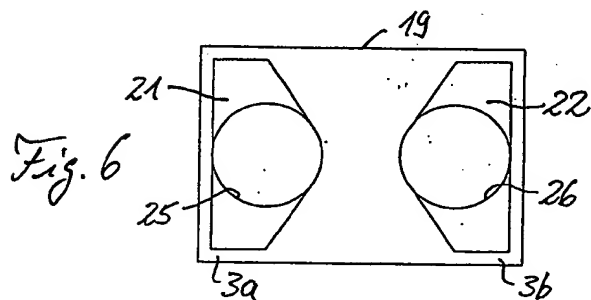
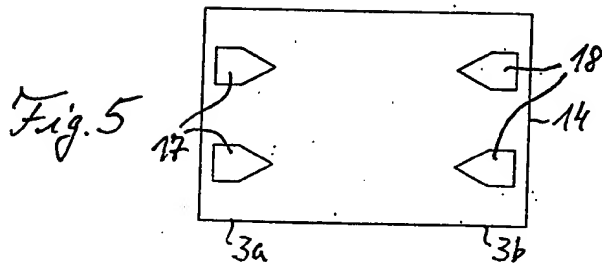


Fig. 9

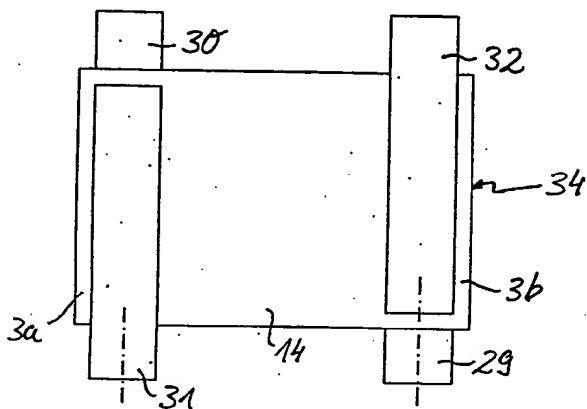


Fig. 10

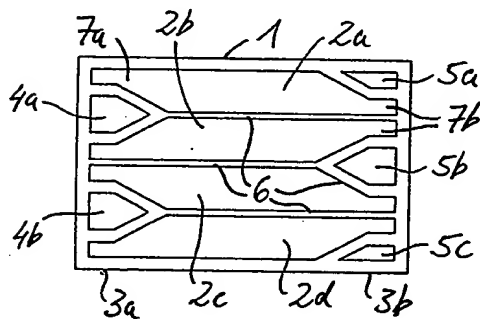


Fig. 11

